Das Krystallgefüge des Eisens, insbesondere des Meteoreisens.

Von dem c. M. G. Tschermak.

(Mit 1 Tafel und 3 Holzschnitten.)

Das Eisen, welches bei dem Hüttenprocesse entsteht, bildet unter geeigneten Umständen Krystalle, welche meist Octaëder, selten Würfel sind. Die Krystalle sowie das krystallinische Eisen zeigen eine Spaltbarkeit nach den Flächen des Würfels. Diese Thatsachen sind schon seit langer Zeit bekannt, doch wurden sie immer wieder und sorgfältiger beobachtet und beschrieben.

Das Auftreten von Krystallen bei der Darstellung des Eisens wurde von mehreren Schriftstellern des vorigen Jahrhunderts wahrgenommen und eingehend besprochen. Romé de l'Isle führt in seiner Krystallographie, Paris 1783, die Beobachtungen von Mongez, Grignon, Pasumot an, welche Octaëder in einzelnen Krystallen und gestrickten Formen wahrgenommen hatten, und von welchen der Letztere auch Würfel angibt. Graf Joachim v. Sternberg[1] erkannte 1795 die cubische Structur des Stabeisens. Im laufenden Jahrhundert werden die Angaben viel zahlreicher, so dass es nicht leicht wäre, alle zu sammeln. Hausmann[2] spricht 1817 von der octaëdrischen Form des Frischeisens und Roheisens; Nöggerath[3] findet 1825 in einem krystallinischen Eisen aus einer Eisensau von Gleiwitz Octaëder in gestrickten Formen; Wöhler[4] beobachtet 1832 an Roheisen

[1] Versuch über das vortheilhafte Ausschmelzen des Roheisens und dessen Verarbeitung in den Frischherden etc. Prag. 1795, pag. 19.

[2] Specimen Crystallographiae metallurgicae. pag. 8.

[3] Schweigger's Journ. Bd. 44. pag. 251.

[4] Poggendorff's Ann. Bd. 26. pag. 182.

Octaëder und an krystallinischen Eisenplatten würflige Spaltbarkeit, so vollkommen wie am Bleiglanz; Breithaupt[1] erkennt 1835 am Aachener Fundeisen eine deutliche hexaëdrische Spaltbarkeit; Karsten und Hausmann[2] bemerken 1847 dass das Roheisen und das krystallinische weiche Eisen tesserale Krystalform und Spaltbarkeit zeige, während dem Spiegeleisen Formen eines anderen Krystallsystems zukommen und eine ähnliche Bemerkung macht später J. N. Fuchs[3]; 1850 theilt Haidinger[4] Beobachtungen über gestricktes Eisen, über die tesserale Spaltbarkeit des krystallinischen Eisens mit, und erwähnt der Wahrnehmung, dass Eisen, durch Reduction von Eisenchlorid durch Wasserstoff dargestellt, in glatten Würfeln erscheine; 1852 erhält Cornuel[5] schöne Eisenkrystalle mit hexaëdrischer Spaltbarkeit aus einem Puddelofen; 1855 gibt Haidinger[6] Naturselbstdrucke von geätztem Stabeisen und krystallinisch gewordenem Eisen; 1856 beschreibt Ulrich[7] bei der Stahl-Roheisenbereitung entstandene würfelige Krystalle mit abgestumpften Kanten (?). Die octaëdrische Form wurde wiederum 1858 durch v. Carnall[8], die tesserale Spaltbarkeit 1861 durch v. Dechen[9] und 1862 durch Bréguet[10] beobachtet; 1869 fand Crookes[11] kleine würfelförmige Krystalle in einem bei der Stahlbereitung entstandenen schwammigen Eisen.

Die tesserale Spaltbarkeit wurde an einem Meteoreisen das erstemal wahrgenommen, als 1847 der eine der beiden Eisenblöcke, welche am 14. Juli desselben Jahres bei Braunau in Böhmen niedergefallen waren, zum Theil durchgeschnitten und nachher zersprengt wurde. Ein Stück, welches an das Wiener

---

[1] Journal f. prakt. Chemie. Bd. 4. pag. 245.
[2] Handbuch der Mineralogie 1847. Bd. I. pag. 38.
[3] Poggend. Ann. Bd. 86. pag. 159.
[4] Jahrbuch d. geol. Reichsanst. Bd. 1, pag. 151.
[5] Comptes rendus Bd. 35. pag. 961.
[6] Sitzungsberichte d. Wiener Akad. Bd. 15. pag. 354.
[7] Jahrb. f. Mineralogie 1856. pag. 666.
[8] Zeitschr. d. deut. geol. Ges. Bd. X. pag. 230.
[9] Verhandl. d. naturhist. Vereins zu Bonn 1861. Sitzgsb. pag. 51.
[10] Jahresbericht f. Chemie 1862. pag. 190.
[11] Jahresbericht f. Chemie 1869. pag. 263.

Museum gelangte, zeigte an den Trennungsstellen so vollkommene Spaltflächen, dass Partsch und Haidinger die Spaltbarkeit mit der des Bleiglanzes verglichen. Aus der parallelen Lage der Spaltflächen erkannte Haidinger, dass der ganze Block ein einziges Krystallindividuum sei. Als eine Platte dieses Eisens geätzt wurde, wie man dies an den Meteoreisen zu thun gewohnt war, zeigte sich eine unerwartete Erscheinung. Es waren feine vertiefte Linien entstanden, die sich unter verschiedenen Winkeln kreuzten [1]. Früher schon (1816) hatte Daniell durch Ätzung von Gusseisen derlei Linien erhalten [2], aber die Zusammengehörigkeit der beiden Fälle wurde noch nicht erkannt. Nun zeigte J. G. Neumann [3], dass die Trennungsfläche des Braunauer Eisens ausser den Spaltflächen, die dem Würfel parallel sind, noch andere Flächen erkennen lasse, die dem Triakisoctaëder 2O = (221) parallel sind, ferner dass die Ätzlinien solche Lagen haben, welche feinen Blättchen entsprechen, die den letzteren Richtungen gemäss dem Würfel eingelagert sind, endlich dass man das Auftreten dieser Blättchen aus einer Zwillingsbildung erklären könne, die nach demselben Gesetze erfolge, nach welchem die gewöhnlichen Zwillinge des Fluorits gebaut sind. Neumann's Darstellung war indess nicht so concludent, als dass G. Rose, der sich später mit demselben Gegenstande beschäftigte, in ihr eine Erklärung der beobachteten Ätzlinien gefunden hätte [4], Rose beobachtete die Ätzlinien in gleicher Lage sowohl an dem Braunauer Eisen, als an Spaltungswürfeln von krystallinischem weichen Eisen, doch da er die Nebenerscheinungen bei der Spaltung nicht wahrnahm, musste er es 1864 unentschieden lassen, ob die den Ätzlinien entsprechenden Lamellen jenem Triakisoctaëder oder dem Ikositetraëder 2O2 = (211) angehören.

Die Mehrzahl der bis jetzt gefundenen Meteoreisen zeigt ein anderes Gefüge als das von Braunau. Sie sind nicht Krystall-

---

[1] Berichte üb. d. Mittheil. d. Freunde der Naturwissensch. Bd. 3, pag. 302, 379, 493.

[2] Schweigger's Journ. Bd. 19. pag. 194.

[3] Naturwiss. Abhandlg. ber. v. Haidinger. Bd. 3. Abth. II. pag. 45. und Berichte üb. Mitth. d. Frd. d. Natw. Bd. 4. pag. 86.

[4] Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten 1864, pag. 43,

individuen, wie das Letztere, sondern erscheinen aus Lamellen zusammengesetzt, welche den Flächen des Octaëders parallel an einander liegen. Dies wurde schon 1816 von Wollaston erkannt [1], als er das Eisen von Bemdegó untersuchte und aus der Lage der Trennungsflächen auf die Gestalt des Octaëders und Tetraëders schloss. Früher schon, 1808, hatte v. Widmanstädten die Entdeckung gemacht, dass das Meteoreisen von Agram und auch mehrere von anderen Fundorten beim Anätzen polirter Flächen regelmässige Figuren erscheinen lassen. Als die Entdeckung bekannt wurde [2], war es den meisten Beobachtern klar, dass die Streifen, welche die Widmanstädten'schen Figuren zusammensetzen, Durchschnitte von Lamellen seien, und Sömmering schloss 1816 aus den Winkeln derselben auf die octaëdrische Form [3], doch schien die Sache noch nicht sicher und Breithaupt hält 1828 die von den Lamellen eingeschlossene Form für hexagonal [4]. So wie früher durch v. Schreibers [5] werden später durch Partsch [6] viele wichtige Beobachtungen über den Verlauf der Widmanst. Figuren an verschiedenen Meteoreisen mitgetheilt und eine Anzahl von Abdrücken geätzter Flächen veröffentlicht, doch kamen trotzdem Verwechselungen dieser Figuren mit den früher genannten Ätzlinien häufig vor. So hielten Prestel [7] und Plattner [8] die beim Ätzen krystallinisch gewordenen Eisens entstehenden Linien für Widmanstädten'sche Figuren, auch Haidinger [9] gebrauchte anfänglich für die Ätzlinien des Braunauer Eisens diesen Ausdruck, doch kam er bald davon zurück [10]. Sehr klar erkannte Glocker 1848 die Natur des Gefüges, als er sich

---

[1] Philos. Trans. f. 1816. pag. 281 u. Gilbert's Ann. Bd. 56. pag. 369.

[2] Schweigger's Journ. Bd. 52. pag. 172. Angaben von Breithaupt üb. das Bekanntwerden d. W. F.

[3] Schweigger's Journ. Bd. 20. pag. 91.

[4] Schweigger's Journ. Bd. 52. pag. 173.

[5] Beiträge zur Geschichte u. Kenntniss meteorischer Stein- und Metallmassen pag. 70.

[6] Die Meteoriten im k. k. Hof-Mineraliencabinete zu Wien 1843.

[7] Jahrbuch der geolog. Reichsanst. Bd. V. pag. 866.

[8] Leonhard. Hüttenerzeugnisse 1858. pag. 13.

[9] Berichte u. Mitth. d. Frd. d. Naturw. Bd. 3. pag. 379.

[10] Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 15. pag. 354.

dahin aussprach[1], dass dem Stabeisen und dem künstlichen Eisen überhaupt, ferner dem Meteoreisen von Braunau und Seelägen eine cubische Spaltbarkeit zukomme, und dass jene Meteoreisen, welche die Widm. Figuren zeigen, nicht etwa eine andere Spaltbarkeit besitzen, sondern eine Structur erkennen lassen, welche durch eine Aggregation von Octaëdern erklärt werden könne. Die genauere Beobachtung der Widm. Figuren, welche sodann Reichenbach anstellte[2], führten diesen auf die Unterscheidung dreier verschiedener Eisen - Nikellegirungen, welche in den Lamellen und deren Begrenzungen parallel auftreten, und beim Ätzen verschiedenen Widerstand leisten. G. Rose erkannte 1864 mit aller Bestimmtheit das octaëdrische Gefüge der Lamellen und verglich es mit dem schaligen Bau des Kappenquarzes, mancher Leucit- und Magnetitkrystalle, indem er die Ansicht gewann, dass in jenen Meteoreisen viele nach den Octaëderflächen ausgedehnte Schalen oder Platten in paralleler Stellung aneinanderliegen, während dünne Schichten einer Eisen-Nickellegirung, die Tänits, zwischen jene Lamellen eingeschaltet sind[3].

Das künstliche Eisen.

In Bezug auf die Krystallform kann ich dem Bekannten nichts Neues hinzufügen. Regelmässig ausgebildete Krystalle kamen mir nicht zu, bloss die häufiger auftretenden gestrickten Formen konnte ich an manchem Gusseisen wahrnehmen. Sie zeigen das Fortwachsen nach den drei aufeinander senkrechten Axen des Würfels, wobei sich an den auswachsenden Ästen allenthalben kleine Octaëder ausbilden, wie dies an den gestrickten Formen des Argentits, manches Smaltins etc. zu sehen ist.

Die Erscheinungen der Spaltbarkeit sind häufiger zu beobachten. Das Eisen, welches schon ursprünglich krystallinisch ist oder durch dauernde Erhitzung oder beständige Reibung oder durch häufige Stösse krystallinisch geworden, zeigt eine ausgezeichnete Spaltbarkeit nach drei aufeinander senkrechten

---

[1] Poggendorff's Ann. Bd. 73. pag. 332.

[2] Poggendorff's Ann. Bd. 114. pag. 99, 250, 264, 477.

[3] Beschreibg. und Eintheilg. der Meteoriten.

Flächen, doch bemerkt man bei der Betrachtung der Spaltflächen durch das Mikroskop, zuweilen auch mit freiem Auge, treppenartige Absätze und zwar in anderen Richtungen als jenen, welche den Hexaëderkanten entsprechen. Diese Treppen werden von den Spaltflächen und anderen schief dagegen aufsteigenden Flächen gebildet. Ebenso erkennt man feine Vertiefungen, Rinnen, welche schief gegen die Kanten des Würfels liegen und auf der einen Seite von glatten, reflectirenden Flächen gebildet werden. Die Spaltflächen erscheinen öfters mit Erhabenheiten besetzt, welche sich als abgerissene Blättchen erweisen, die gleichfalls schief aus der Spaltfläche emporsteigen.

Wird eine Spaltfläche durch eine Säure geätzt und nachher geprüft, so bemerkt man vertiefte Linien, Rinnen, welche nach genau denselben Richtungen verlaufen wie die früher genannten Treppen, Rinnen und Blättchen. Diese Ätzungslinien liegen bezüglich der Seiten der Würfelfläche in sechs verschiedenen Richtungen. Zwei Richtungen werden erhalten, wenn man in dem Quadrat, welches die Würfelfläche darstellt, die Diagonalen zieht, die vier anderen aber, wenn man die Eckpunkte mit den Halbirungspunkten der gegenüberliegenden Seiten verbindet (Fig. 1, Tafel I). Ätzungslinien parallel den Seiten des Quadrates, d. i. parallel den Kanten des Würfels, werden nicht beobachtet. Die vergleichende Beobachtung stellt es ausser Zweifel, dass die Erscheinungen von feinen Blättchen herrühren, welche in dem Spaltungswürfel und krystallographisch bestimmten Lagen vorkommen, ähnlich wie die Zwillingsblätter in den Spaltungsstücken von Calcit.

Die Richtungen, welche von diesen Blättchen auf den hexaëdrischen Spaltflächen eingenommen werden, können ebensogut dem Ikositetraëder 211 als dem Triakisoctaëder 221 angehören, wie dies schon G. Rose bemerkte. Die Entscheidung der Frage erfolgt, wenn einige solche Spaltungswürfel längere Zeit der Einwirkung der Säure ausgesetzt werden. Dadurch werden manche der Blättchen so stark herausgeätzt, dass man ihre Lage in dem Würfel sicher beurtheilen kann. Ich überzeugte mich, dass die Blättchen parallel dem Triakisoctaëder 221 eingelagert sind.

Von dem bei der Ätzung entstehenden orientirten Schimmer wird noch später die Rede sein.

Das Braunauer Eisen.

Die Bruchflächen. Das grosse Exemplar dieses Meteoreisens, welches das Museum besitzt, zeigt eine Trennungsfläche von 10 Cm. Länge, welche ungefähr so aussieht wie die Trennungsfläche eines Bleiglanz-Individuums. Man bemerkt jedoch ausser den Spaltflächen, welche dem Würfel parallel sind, an den Kanten und Ecken der Würfel noch andere kleinere Flächen. (Taf. 1, Fig. 2.) Durch Abformen lassen sich die Winkel bestimmen, welche diese Flächen mit den Würfelflächen einschliessen; die Werthe sind 70 und 48°. Letztere entsprechen den Winkeln, welche die Flächen des Triakisoctaëders (221) mit den Würfelflächen einschliessen, nämlich 70° 31′ und 48° 11′. Die Lage der kleinen Flächen gegen den Spaltwürfel stimmt damit vollkommen überein. Von der einmal gewählten Aufstellung des letzteren ausgehend, fand ich die Flächen in den folgenden Lagen:

$$221,\ 212,\ 122,\ 2\bar{2}1,\ 2\bar{1}2.\ 22\bar{1}.$$

Die übrigen sechs Richtungen, welche dem Triakisoktaëder entsprechen, sind gewiss auch vertreten, doch lassen sie sich nicht beobachten, weil die Spaltung nur auf einer Seite des Stückes vorhanden ist. Die genannten Flächen erstrecken sich immer nur auf kurze Distanzen; wo sie auftreten, hört die gewöhnliche Spaltbarkeit nach dem Würfel auf, sie gehören daher Partikeln an, deren krystallographische Orientirung eine andere ist als die der Umgebung.

Beobachtet man die grossen Spaltflächen der sämmtlichen mit einander parallelen Würfel etwas genauer, so erkennt man daran viele Hervorragungen und Vertiefungen. Öfters springt ein Blättchen hervor (Taf. 1, Fig. 2), dessen Lichtreflex erkennen lässt, dass es dieselbe Lage gegen den Würfel hat wie eine der zuvor genannten Flächen 221. Zuweilen erhebt sich auf den Spaltflächen ein Eck (Taf. 1, Fig. 3), dessen Flächen mit einander einen rechten Winkel einschliessen und in ihrer Lage gegen den Würfel wiederum den Richtungen (221) entsprechen. Die Vertiefungen verhalten sich wie Abdrücke solcher Blättchen und Ecken.

Von diesen gröberen Unebenheiten abgesehen, bemerkt man auf den Spaltflächen auch sehr feine treppenartige Absätze, wie

dies bei den künstlichen Eisen bemerkt wurde. Sie werden von den Würfelflächen und von äusserst schmalen, schief dagegen aufsteigenden Flächen gebildet. Die Spiegelung des letzteren führt wiederum auf eine oder die andere der mit 221 bezeichneten Richtungen.

Auch feine Linien werden bemerkt, die sich nicht als Treppen darstellen, aber doch wieder von zarten Blättchen herrühren, deren Orientirung die letztgenannte ist. Taf. 1, Fig. 4. Alle die Kanten der Treppen, alle diese Linien befolgen den Flächen des Spaltwürfels gegenüber die in Taf. 1, Fig. 1 angegebenen 6 Richtungen. Parallel zu den Würfelkanten sind keine jener Linien zu bemerken. Demnach erhält man bei der Beobachtung aller genannten Nebenerscheinungen immer Lichtreflexe, welche auf eine oder die andere Fläche des Triakisoktaëders 221 zurückzuführen sind.

Die angeführten Beobachtungen lassen sich dadurch erklären, dass sowohl grössere Partikel als auch feine Lamellen dem Hauptindividuum gegenüber in einer Zwillingsstellung sich befinden. Das Zwillingsgefüge, welches hier vorliegt, kann einem Berührungszwilling oder einem Durchdringungszwilling entsprechen.

Im ersten Falle wäre 221 entweder die Zwillingsfläche selbst oder doch die Berührungsfläche.

Wäre 221 die Zwillingsfläche, auf der also die Zwillingsaxe senkrecht stünde, dann würden die Würfelflächen des Neben individuums hinsichtlich des Hauptindividuums die Lagen (184) und (447) einnehmen[1]. Die Spaltflächen des Nebenindividuums würden mit jenen des Hauptindividuums die Winkel 83° 37′, 63° 37′ 38° 56′ und 27° 16′ einschliessen. Dies ist aber bei dem Braunauer Eisen nicht der Fall. Wenn man die Partikel und Lamellen, welche sich in Zwillingsstellung befinden, genauer

[1] Sind die Indices einer Fläche des Nebenindividuums auf dieses bezogen $h\ k\ l$, die Indices derselben Fläche auf das Hauptindividuum bezogen $H\ K\ L$, ferner die Indices der Zwillingsfläche an dem Hauptindividuum $p\ q\ r$, so gelten im tesseralen Krystallsysteme die Beziehungen:

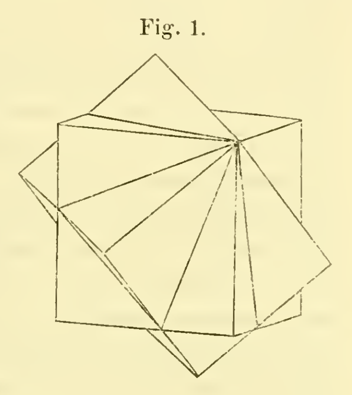
$$H = 2p\,(hp+kq+lr) - h(p^2+q^2+r^2)$$
$$K = 2q\,(hp+kq+lr) - k(p^2+q^2+r^2)$$
$$L = 2r\,(hp+kq+lr) - l(p^2+q^2+r^2).$$

beobachtet, so erkennt man an allen denselben im Bruche immer nur solche Reflexe, welche mit einer Fläche von (221) einspielen.

Wäre 221 die Berührungsfläche, die Zwillingsfläche also auf ihr senkrecht, so würde, wie sich durch Rechnung zeigen lässt, das Nebenindividuum mit dem Hauptindividuum keinesfalls in solcher Lage verbunden sein, dass die Spaltflächen des Nebenindividuums mit irgend einer Fläche 221 des Hauptindividuums zusammenfallen.

Es bleibt somit nur die Annahme eines Durchdringungszwillings übrig. Der Überblick des Beobachteten ergibt, was auch aus der vorhin angeführten Formel folgt, dass die Normale auf 111 die Zwillingsaxe ist. Dieses Gesetz ist bekanntlich an den gewöhnlichen Zwillingen des Fluorits ausgesprochen, deren einer in beistehender Figur abgebildet erscheint.

Fig. 1.



Beim Statthaben dieses Gesetzes werden die Würfelflächen des Nebenindividuums solche Lagen einnehmen, welche den Flächen der Gestalt (221) am Hauptindividuum entsprechen, z. B. $\bar{1}22$, $2\bar{1}2$, und $22\bar{1}$.

Diese Zwillingsbildung kann aber an allen vier Eckenaxen des Hauptwürfels stattfinden, wonach immer vier Nebenindividuen mit dem Hauptindividuum in gleicher Weise verbunden sind. Die 24 Flächen dieser vier Individuen sind auf das Hauptindividuum bezogen den 24 Flächen der Gestalt (221) parallel.

In dieser Weise hat, wie früher erwähnt wurde, schon Neumann das Zwillingsgesetz aufgefasst. Dieser Auffassung zufolge sind die kleinen Flächen, welche im Bruche des Braunauer Eisens neben den grossen hexaëdrischen Spaltflächen auftreten, nichts anderes als die Spaltflächen der vier Nebenindividuen, welche mit dem Hauptindividuum zwillingsartig verbunden sind; ebenso sind die Reflexe an den Lamellen, an den treppenförmigen Unebenheiten, an den vorspringenden Blättchen und den Vertiefungen auf jene Spaltflächen zurückzuführen.

Obwohl nun das Zwillingsgesetz des Eisens im Vorstehenden genügend entwickelt ist, so bedarf doch das feine Gefüge, welches durch unzählige Lamellen hervorgebracht wird, die den Eisenblock bald einzeln, bald schaarenweise durchziehen, einer besonderen Erklärung. Diese kann, sofern sie das Wesen der Sache treffen soll, nur eine genetische sein. Da indess Beobachtungen über das Krystallwachsthum des Eisens nicht gut angestellt werden können, wird manches in der Erklärung hypothetisch bleiben müssen.

Die gestrickten Formen, welche am Gusseisen beobachtet wurden, zeigen, dass die Individuen nach drei aufeinander senkrechten Richtungen und zwar parallel den Würfelkanten fortzuwachsen pflegen. Bei freier Krystallisation entwickeln sich in solchen Fällen, in welchen dabei gestrickte Formen entstehen, nach den genannten Richtungen feine Stäbchen, die aus Aggregaten kleiner mit einander paralleler Oktaëder bestehen. Entwickeln sich viele solcher Stäbchen hart aneinander, so bilden sie zusammenhängende Wände parallel den Flächen des Würfels. Bei der Krystallisation im widerstehenden Medium dürfte diese Wandbildung sehr häufig sein. Die gestrickten Formen von Bleiglanz und Speiskobalt, welche im Gestein eingeschlossen waren und zerspalten wurden, bestehen in der That aus solchen aufeinander senkrechten Wänden, oder sie lassen erkennen, dass solche Wände früher bestanden und erst später mit Oktaëdern sich bekleideten.

Ich nehme nun an, dass bei der Erstarrung einer Eisenmasse die Individuen in solcher Weise sich bilden, dass jedes derselben anfänglich aus drei winzigen auf einander senkrechten Lamellen besteht und bei seiner Vergrösserung neue, den ersteren parallele Wände ansetzt. Binnen kurzem würde ein solcher Krystallembryo eine Gestalt haben, welche in Taf. 1, Fig. 5 schematisch dargestellt ist. Ginge das Wachsthum unveränderlich in derselben Weise weiter, so würde später ein feines Gewebe gebildet sein, welches noch flüssige Würfelchen enthielte, schliesslich aber würde durch fortwährenden Ansatz feiner Wände das ganze Gewebe zu einem soliden Individuum von tesseralem Baue erstarrt sein. Wenn aber bei dem Fortwachsen sich an die Wände auch Theilchen in Zwillingsstellung anfügen,

und diese Theilchen ebenfalls Wände ansetzen, wie dies Taf. 1, Fig. 6 in einem einfachen Falle schematisch darstellt, so werden die letzteren Wände in gegen die ersteren geneigten Ebenen fortwachsen, indem sie zu sich selbst parallele Ansätze bilden.

Die zuerst angelegten Wände werden in ihrer Entwickelung beständig vor den anderen, welche die jüngeren sind, voraus sein und werden das ganze Gebäude beherrschen; doch die Zwillingswände werden bald einzeln, bald in Schaaren, theils gegen jene Wände anwachsen und dort ihr Ende finden, theils durch das Gitterwerk jener Wände hindurchwachsen. Sie werden an manchen Puncten spärlicher auftreten, an einzelnen Stellen aber auch vielleicht allein herrschen. Da die Zwillinge sich in den vier möglichen Stellungen anlagern, so wird durch die Zwillingswände ein buntes Gewirre von Lamellen entstehen, welches jedoch dem Gesetze gehorcht, dass ihre Richtungen bezüglich der ursprünglich angelegten Wände immer irgend einer Fläche von (221) parallel sind.

Aus dem Gesagten erklärt sich das Auftreten der feinen Lamellen, welche jede Spaltungsebene in 6 verschiedenen Richtungen, welche Taf. 1, Fig. 1 angibt, durchziehen, ebenso das Vorkommen ganzer Blättchen in der 221- Stellung, ferner das Auftreten ganzer Partikelchen in der Zwillingsstellung, endlich der Mangel an solchen Blättchen, die parallel den Würfelflächen eingeschaltet wären und eine vom Hauptwürfel abweichende Spaltung besässen.

Die gegebene Erklärung bezieht sich natürlich ebenso auch auf das künstliche Eisen.

Die Ätzfiguren. Spaltflächen des Eisens zeigen nach der Behandlung mit Säuren zwei verschiedene Erscheinungen.

Die eine besteht darin, dass sie nach mässiger Ätzung einen orientirten Schimmer wahrnehmen lassen. Die feine Textur der geätzten Fläche, welche die Veranlassung ist, wurde von Haidinger Krystalldamast genannt[1]. Ich habe schon bei einer anderen Gelegenheit gezeigt[2], dass diese orientirten Reflexe

[1] Sitzungsberichte der Wiener Akad. Bd. 15. pag. 354.

[2] Meteoreisen aus der Wüste Atakama. Denkschriften der Wiener Akad. Bd. 31, pag. 187.

von kleinen beim Ätzen entstandenen Grübchen herrühren, welche cubische Vertiefungen darstellen, deren Wände den Spaltflächen parallel sind. Die Kanten dieser negativen Würfel sind aber nicht scharf, sondern gerundet, und die Form erinnert an ein Tetrakishexaëder. Wenn eine polirte Schnittfläche, die nicht einer Spaltfläche parallel ist, geätzt wird, so zeigen die Ätzgrübchen natürlich wiederum die im Vorigen ausgesprochene Orientirung gegen die Spaltungsform. Das hier Gesagte bezieht sich alles auch auf das künstliche Eisen, an welchem die Ätzgrübchen meist deutlicher sind, weil die Zwillingsblättchen minder zahlreich.

Die zweite Erscheinung besteht in dem Auftreten jener Ätzlinien, die schon früher bei Gelegenheit der Besprechung des künstlichen Eisens erwähnt und welche von Neumann und G. Rose eingehend beschrieben wurden[1]. Es sind feine Rinnen, welche auf der Spaltfläche an genau denselben Stellen entstehen, wo früher die feinen Linien beobachtet wurden, die von Blättchen parallel (221) herrühren. Die Zwillingslamellen sind demnach von der verdünnten Säure stärker angegriffen worden. Dieses Verhalten, welches sich hier aus der Discontinuität der Cohäsion an den Berührungsflächen der Lamellen mit dem Hauptindividuum erklärt, ist schon vor längerer Zeit von Daniell[2] und nachher wohl von vielen Anderen am Calcit beobachtet worden, der bekanntlich, wofern er nicht freie Krystalle bildet, von sehr vielen Lamellen durchzogen ist und der, sobald auf der natürlichen Lagerstätte kohlensäurehaltige Wässer auf ihn wirken, oder sobald man ihn künstlich ätzt, vertiefte Linien zeigt.

Beim künstlichen Eisen wurde erwähnt, dass es zuweilen gelingt, eine Lamelle so weit herauszuätzen, dass man ihre Lage bestimmen kann. Bei dem Braunauer Eisen gelang es nicht, weil die Lamellen feiner und viel zahlreicher sind. Wenn man aber im Stande wäre auf einem geätzten Spaltwürfel die zusammengehörigen Linien zu finden, so würde die Lage der Lamellen auch zu erkennen sein. Nach meiner Wahrnehmung gelingt dieses desshalb nicht, weil die unzähligen Ätzlinien so hart auf-

---

[1] G. Rose Beschreibung u. Eintheilung d. Meteoriten 1864. pag. 43.
[2] Schweigger's Journ. Bd. 19. pag. 38 (1817).

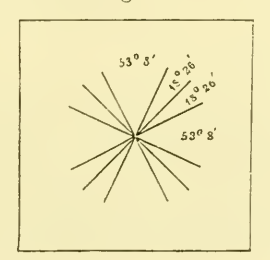
einanderfolgen, dass man die Zusammengehörigkeit niemals unzweifelhaft feststellen kann. Desshalb gelangte auch G. Rose auf diesem Wege zu keinem Resultate.

Bestimmt man die Winkel, welche die Ätzlinien mit einander und mit den Spaltungskanten einschliessen, so gelangt man immer zu Ergebnissen, welche mit der Theorie so genau übereinstimmen, als es die Fehler der Beobachtung erlauben. Berechnet man die Winkel[1], unter denen sich die Ätzlinien auf einer Hexaëderfläche schneiden, so erhält man, von der Voraussetzung ausgehend, dass diese Linien den Durchschnitten der Flächen (221) mit der Hexaëderfläche entsprechen, die folgenden Zahlen:

Würfelkante	: erste Trace	= 26°	34′
Erste Trace	: zweite „	= 18	26
Zweite „	: dritte „	= 18	26
Dritte „	: zweite Würfelkante	= 26	34

Die Orientirung ist in der beistehenden Fig. 2 angegeben.

Fig. 2.



[1] Wird die Fläche $h\ k\ l$ von den Flächen $p\ q\ r$ und $s\ t\ u$ geschnitten, so hat man im tesseralen Krystallsystem für den Winkel δ, welchen die beiden Schnittlinien mit einander einschliessen:

$$\cos\delta = \frac{PS+QT+RU}{\sqrt{P^2+Q^2+R^2}\ \sqrt{S^2+T^2+U^2}},$$

worin

$$P = p(h^2+k^2+l^2) - h(hp+kq+lr)$$
$$Q = q(h^2+k^2+l^2) - k(hp+kq+lr)$$
$$R = r(h^2+k^2+l^2) - l(hp+kq+lr)$$

und

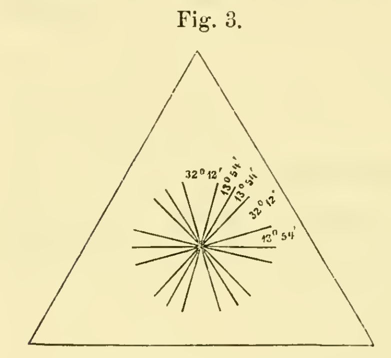
$$S = s(h^2+k^2+l^2) - h(hs+kt+lu)$$
$$T = t(h^2+k^2+l^2) - k(hs+kt+lu)$$
$$U = u(h^2+k^2+l^2) - l(hs+kt+lu)$$

Sie entspricht der auf Taf. 1, Fig. 1 in anderer Form dargestellten.

Berechnet man die Lage der Ätzlinien auf einer künstlich angelegten Oktaëderfläche so erhält man drei den Oktaëderkanten parallele Lagen und für die Winkel zwischen diesen und den übrigen Linien die Zahlen:

Oktaëderkante	: erste Trace	= 13°	54′
Erste Trace	: zweite „	= 32	12
Zweite „	: zweite Oktaëderkante	= 13	54

Fig. 3.



Die Orientirung ist in der nebenstehenden Fig. 3 angegeben.

Berechnungen für andere Flächen habe ich in der Abhandlung über das Meteoreisen aus der Wüste Atakama (Ilimaë) angegeben.

Einschlüsse. In dem Gefüge des Braunauer Meteoreisens spielen die Einschlüsse eine hervorragende Rolle. Ich will hier nicht von den unregelmässigen Einschlüssen von Troilit sprechen, der sich hier sowie in vielen anderen Meteoreisen findet, sondern von den aus Nadeln und Blättchen bestehenden orientirten Einschlüssen.

Wenn man eine Probe des Braunauer Eisens in verdünnter Salpetersäure auflöst, so bleibt ein Rückstand, welcher aus feinen metallisch glänzenden gelblichen Nadeln und aus höchst dünnen ebenso gefärbten Blättchen besteht. Sowohl die Nadeln, welche mit freiem Auge schwer zu erkennen sind, als die deutlich sichtbaren Blättchen sind stets von drei aufeinander senkrechten Flächen begränzt. Schiefe Flächen, die zuweilen, aber selten auftreten, halte ich für blosse Abformungen. In den Umrissen zeigt sich ein vollständiger Übergang zwischen den Nadeln und Blättchen (Taf. 1, Fig. 7). Die Blättchen erscheinen oft unterbrochen, wie man dies am vulkanischen Eisenglanz, an dem in

Gesteinen eingeschlossenen Titaneisenerz etc. zu sehen gewohnt ist (Fig. 8). Öfter kommen auch gestrickte Formen vor (Fig. 8). Die Figuren gelten für eine circa 40malige Vergrösserung, die letzte für eine 100malige.

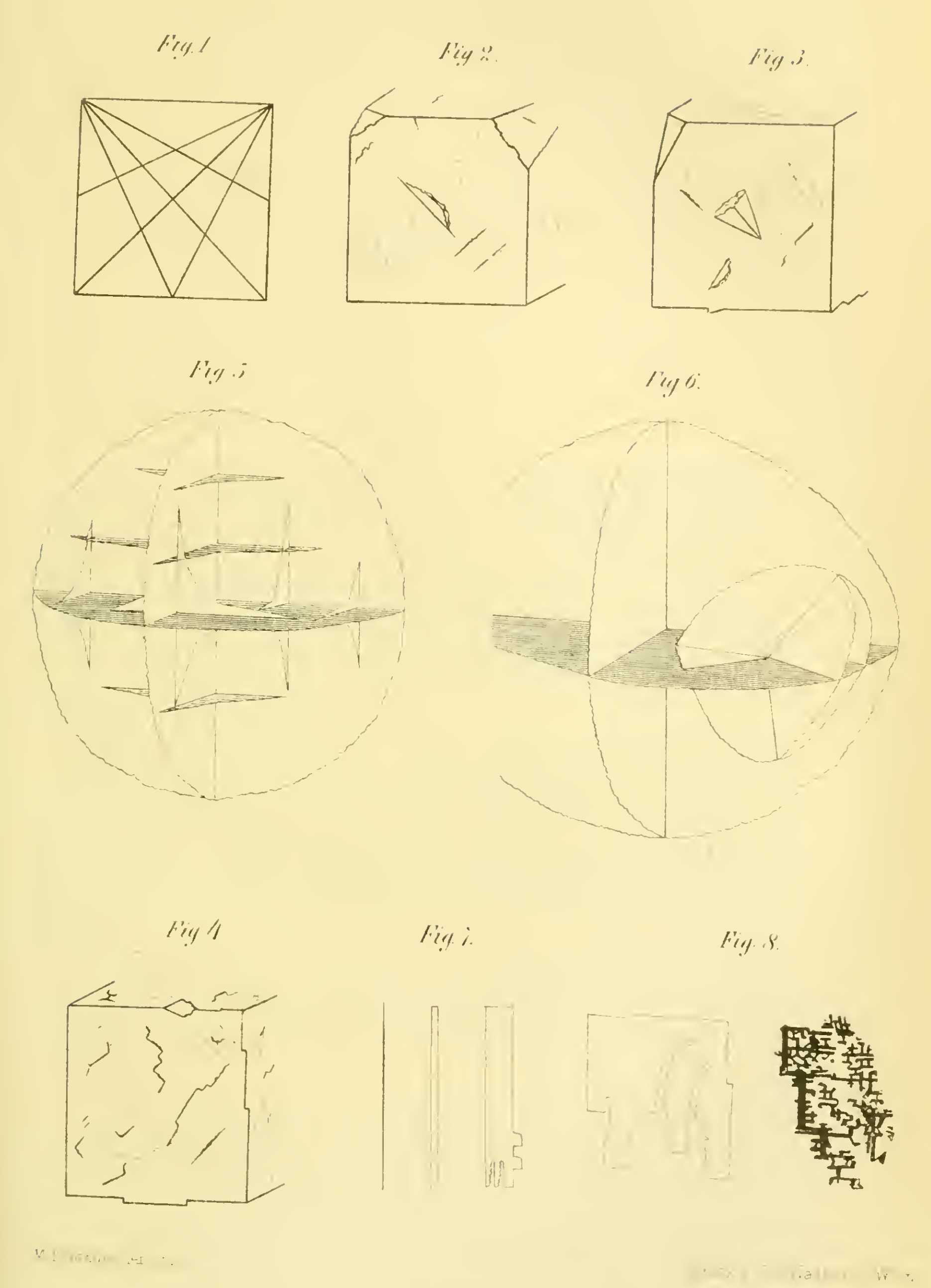
Die Nadeln liegen, wie schon G. Rose gezeigt hat, den Kanten des Spaltungswürfels parallel. Die Blättchen hat dieser Forscher nicht genauer verfolgt; sie liegen zum kleineren Theil den Spaltflächen, zum grösseren Theil aber den Zwillingslamellen parallel. An dem Braunauer Eisen des Grazer Joanneums, welches ich durch die Freundlichkeit der Herren Prof. Aichhorn und Prof. Rumpf zur Vergleichung erhielt, sieht man auch Schreibersit in der gewöhnlichen Form und findet alle Formübergänge von dem Schreibersit zu den genannten Blättchen.

Da nun die Blättchen und die Nadeln in krystallographischer Beziehung keinen Unterschied wahrnehmen lassen, da sie einen vollständigen Übergang bezüglich der Ausbildung zeigen, ebenso in Hinsicht der Flächenstreifung, der Farbe des Glanzes, der Sprödigkeit sich gleich und ebenso wie Schreibersit verhalten, so halte ich sie für identisch mit dieser Verbindung. G. Rose hatte die feinen Nadeln als Rhabdit bezeichnet, jedoch auch schon die Identität mit Schreibersit vermuthet. Die Krystallform des Schreibersits lässt sich an diesen Nadeln und Blättchen begreiflicher Weise nicht genauer bestimmen. Man kann nur vermuthen, dass sie entweder tetragonal oder rhombisch sei.

Das Auftreten des Schreibersits entspräche wieder dem vorhin angenommenen Wachsthum der Eisenindividuen. Der Schreibersit krystallisirte zu gleicher Zeit mit dem Eisen. Bei dem rascheren Wachsen der dem Hauptindividuum parallelen Wände konnten sich in den von ihnen gebildeten hohlen Kanten meist nur wenig vorgeschrittene Schreibersitindividuen, also Nadeln hereinlegen, während die langsamer wachsenden Zwillingslamellen dem sich anlegenden Schreibersit mehr Gelegenheit bieten mochten, in die Breite auszuwachsen, Blättchen zu bilden.

Ausser diesen Einschlüssen habe ich im Rückstande nur noch wenige kleine weisse Flocken wahrgenommen, welche vielleicht einem in sehr geringer Menge auftretenden Silicat zuzuschreiben sind.

Beobachtungen an den schaligen Meteoreisen, welche Widmannstädten'sche Figuren zeigen, gedenke ich später mitzutheilen.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 4.
Fig. 7.
Fig. 8.